

DERWENT-ACC-NO: 1998-067074

DERWENT-WEEK: 199807

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Grid polariser manufacturing method for optical component used in optical communication - involves dry etching of metal film using photoresist and dielectric material as mask to form metal grid

PATENT-ASSIGNEE: FUJI ELECTROCHEMICAL CO LTD[FJIC]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0145124 (May 15, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 09304620 A	November 28, 1997	N/A	005	G02B 005/30

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 09304620A	N/A	1996JP-0145124	May 15, 1996

INT-CL (IPC): C03C017/36, G02B001/11 , G02B005/18 , G02B005/30

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 09304620A

BASIC-ABSTRACT:

The method involves forming a metal film (14) on a substrate (10). A photoresist is formed on the metal film. A photoresist (16) which has a strip-like pattern is covered by a dielectric material coating (18) in predetermined condition. Dry etching of the metal film is carried out using the dielectric coating and photoresist as the mask and a metal grid (15) is formed. Then, the mask is removed.

ADVANTAGE - Enables mass production of grid polariser with excellent polarisation characteristics. Prevents adhesion of dielectric material on metal film. Enables easy formation of metal grid with short grid period. Facilitates effective usage of grid polariser in near IR region.

CHOSEN-DRAWING: Dwg. I/4

TITLE-TERMS: GRID POLARISE MANUFACTURE METHOD OPTICAL COMPONENT
OPTICAL

COMMUNICATE DRY ETCH METAL FILM PHOTORESIST DIELECTRIC
MATERIAL

MASK FORM METAL GRID

DERWENT-CLASS: G06 L03 P8I

CPI-CODES: G06-A13; G06-D; G06-D04; G06-E02; G06-E04; G06-G; L03-G02;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1998-023162

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-052882

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-304620

(43)公開日 平成9年(1997)11月28日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/30			G 0 2 B 5/30	
C 0 3 C 17/36			C 0 3 C 17/36	
G 0 2 B 1/11			G 0 2 B 5/18	
5/18			1/10	A

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-145124

(22)出願日 平成8年(1996)5月15日

(71)出願人 000237721

富士電気化学株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72)発明者 安間 康浩

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気
化学株式会社内

(72)発明者 市川 智徳

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気
化学株式会社内

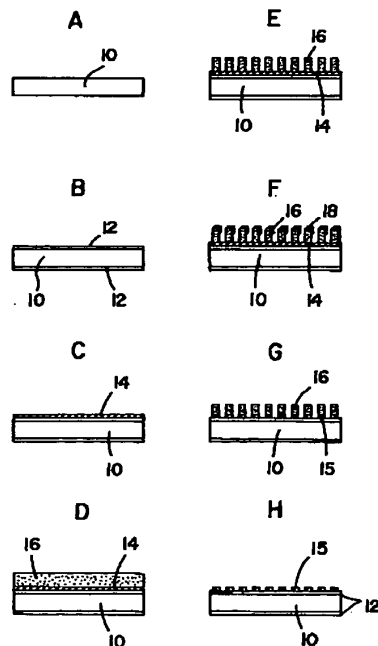
(74)代理人 弁理士 茂見 穰

(54)【発明の名称】 グリッド偏光子の製造方法

(57)【要約】

【課題】 近赤外域で使用可能であり、且つ偏光特性の良好なグリッド偏光子を量産できるようにする。

【解決手段】 ①基板上に金属膜を成膜する第1の工程、②該金属膜上に、縞状にパターンニングされたフォトレジストを形成する第2の工程、③基板設置角度 θ が、 $0 < \theta \leq \theta_{CR} = \tan^{-1}(2d/\Lambda)$ を満たすような斜め蒸着(但し、 d はフォトレジストの厚さ、 Λ はフォトレジストの周期)によって該フォトレジストのみを金属又は誘電体の硬質被膜で覆う第3の工程、④該硬質被膜及び前記フォトレジストをマスクとして前記金属膜をドライエッチングし、金属グリッドを形成する第4の工程、⑤前記マスクを除去する第5の工程を有するグリッド偏光子の製造方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に金属膜を成膜する第1の工程、
該金属膜上に、縞状にパターンニングされたフォトレジストを形成する第2の工程、
基板設置角度 θ が、 $0 < \theta \leq \theta_{CR} = \tan^{-1}(2d/\Lambda)$ を満たすような斜め蒸着
但し、 d ：フォトレジストの厚さ
 Λ ：フォトレジストの周期
によって、前記フォトレジストのみを金属又は誘電体の硬質被膜で覆う第3の工程、
該硬質被膜及び前記フォトレジストをマスクとして前記金属膜をドライエッチングし、金属グリッドを形成する第4の工程、
前記マスクを除去する第5の工程、
を具備しているグリッド偏光子の製造方法。

【請求項2】 基板として反射防止膜を備えた光学ガラス又は磁性鉄ガーネット単結晶を用いる請求項1記載のグリッド偏光子の製造方法。

【請求項3】 金属膜材料としてAuを用い、硬質被膜材料としてTi、Cr、Ta、又はNiCrから選ばれた1種を用い、イオンビームエッチング法でドライエッチングを行う請求項1又は2記載のグリッド偏光子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フォトリソグラフィ技術を用いてグリッド偏光子を製造する方法に関し、更に詳しく述べると、縞状にパターンニングしたフォトレジストに斜め蒸着を施すことにより該フォトレジストの上面を硬質被膜で覆い、それら硬質被膜及びフォトレジストをマスクとして金属膜をドライエッチングして金属グリッドを形成するグリッド偏光子の製造方法に関するものである。この技術は、光通信の技術分野における光部品、特に任意偏光面を選択可能な偏光子を製造するのに有用である。

【0002】

【従来の技術】偏光面を自由に設定可能な偏光子として、グリッド偏光子がある。これは、多数の線状導体を一定の周期で平行に配列したグリッドである。このような構成とすると、グリッド周期が入射光の波長より短い場合に、グリッドに対して平行な偏光成分(P偏光)は反射し、垂直な偏光成分(S偏光)は透過するため、偏光子として作用する。

【0003】近年、フォトリソグラフィ技術を駆使し、基板上に微細な金属グリッドを精密に形成することで、波長数十 μm の赤外光で機能する偏光子が開発されている。金属グリッドの形成には、具体的には、リフトオフ法やウェットエッチング法が用いられている。前記のように、形成するグリッド周期は入射光の波長と相関があり、例えば赤外領域のような場合には、グリッド周期は

ある程度長く(数 μm 程度)でよいために、従来の一般的なフォトリソグラフィ技術で所望の金属グリッドを形成することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし光通信の分野では近赤外光が用いられており、例えば波長1.55 μm の光に対応した偏光子が必要となる。そのためには、グリッド周期を短くする必要があり、より微細なサブミクロンオーダーの加工が要求される。ところが、そのような微細加工は従来のリフトオフ法あるいはウェットエッチング法では対応できない。まずサブミクロンオーダーの線幅のリフトオフは、基板と金属膜との密着性が不十分のために困難であり、精密グリッドパターンを残すことはできない。またウェットエッチングではエッチング液の回り込みが生じるために、やはりサブミクロン線幅の加工は極めて困難である。

【0005】そのため、現状ではドライエッチング以外に微細なグリッドパターンを形成できる技術はない。ドライエッチングは、エッチング法によって種々の方式があるが、代表的な例は物理的にエッチングを行うイオンビームエッチングである。ところが微細構造部のドライエッチングでは、相対的にマスクとなるフォトレジストがエッチングされ易く、金属膜に対するエッチング選択比(=被加工物エッチング速度/マスク材のエッチング速度)が小さいという問題がある。つまり、厚い金属膜についてエッチングを行うには、フォトレジストを非常に厚くしなければならず、実現が困難である。

【0006】グリッド材(金属膜)をドライエッチングする場合には、マスクとなる材料にはできる限り損傷を与えずに被加工材料である金属膜(例えばAu)のみを選択的にエッチングすることを考えなければならない。通常、ドライエッチングのマスク材としてはフォトレジストが最もよく用いられている。フォトレジストは、エッチングの前処理としてベーキング処理が行われる。ベーキング温度が高いほどドライエッチング時の耐性は向上するために、通常、炭化が生じないぎりぎりの条件において処理されている。しかしサブミクロンオーダーのような微細な構造のフォトレジストでは、ベーキング温度が高いと形状のだれ(変形)が生じる。このためにサブミクロンオーダーの微細パターンを残すためには、形状変形が生じないような低い温度でベーキングしなければならない。そのため耐性についても不十分なものが得られない特殊な状況にある。

【0007】現在の技術レベルで可能な事項をまとめると次のようになる。形成するフォトレジストの周期を0.25 μm と仮定した時に、高解像度で形成できるフォトレジストの厚さは0.3 μm 程度が限度である。またこのグリッド周期(0.25 μm)で所望の偏光特性を発現させるためには、例えば金属グリッド材に電気抵抗が小さく且つ化学的にも安定なAuを用いるとして、

その金属膜の厚さとして0.1 μ m程度は必要である。そこで図4のAに示すように、基板50上に、まず厚さ0.1 μ mのAu膜52を成膜し、その上に周期0.25 μ mで厚さ(高さ)0.3 μ mのフォトレジスト54の縞状パターンを形成することになる。勿論、フォトレジストには形状のだれが生じない程度のベーキング処理を施す。

【0008】これにイオンビームエッチングを施すが、微細構造部のエッチング選択比(Auのエッチング速度/フォトレジストのエッチング速度)は約1/5であり、フォトレジストの方がAuの5倍もエッチングされ易い。そのため、厚さ0.3 μ mのフォトレジストでマスクされている間にエッチングされるAu膜52は、約0.06 μ mの深さであり、約0.04 μ mがエッチングされずに残ってしまう(図4のB参照)。つまりフォトレジスト自体のドライエッチング耐性が低いために、サブミクロンパターンを形成可能なフォトレジスト厚さ程度では金属膜を加工する途中でフォトレジストが消失してしまう。金属グリッドが得られるまで更にドライエッチングを継続すると、全体的にAu膜厚は薄くなり、結局、厚さ0.06 μ mのAuグリッド53しか残らない(図4のC参照)。フォトレジストを厚くできれば、厚い金属膜を加工できるのであるが、前記のように微細な縞状パターンの形成が困難なため実施できない。このような理由により、従来の方法では近赤外領域で用いる特性の良好なグリッド偏光子を製作することはできなかった。

【0009】本発明の目的は、上記のような従来技術の欠点を解消し、近赤外域で使用可能であり、且つ偏光特性の良好なグリッド偏光子を量産できる方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、次の①～⑤の工程を有するグリッド偏光子の製造方法である。

①基板上に金属膜を成膜する第1の工程

②該金属膜上に、縞状にパターンニングされたフォトレジストを形成する第2の工程

③基板設置角度 θ が、 $0 < \theta \leq \theta_{CR} = \tan^{-1}(2d/\Lambda)$ を満たすような斜め蒸着

但し、d:フォトレジストの厚さ

Λ :フォトレジストの周期

によって、前記フォトレジストのみを金属又は誘電体の硬質被膜で覆う第3の工程

④該硬質被膜及び前記フォトレジストをマスクとして前記金属膜をドライエッチングし、金属グリッドを形成する第4の工程

⑤前記マスクを除去する第5の工程

【0011】ここで基板としては、両面に反射防止膜を形成した光学ガラス又は磁性鉄ガーネット単結晶等が望ましい。金属膜材料としては電気抵抗が小さく且つ化学

的にも安定なAuが望ましい。またフォトレジスト上に形成する硬質被膜材料としては、前記金属膜とのエッチング選択比が1以上のものが望ましい。例えばTi、Cr、Ta、NiCr等の金属材料を用い、イオンビームエッチング法でドライエッチングを行うことが好ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】前記のように、フォトレジストはAu等の金属膜に対して約5倍程度エッチングされ易く、そのため0.1 μ m程度の厚い金属膜を金属グリッドに微細加工することは不可能である。しかし、縞状にパターンニングされたフォトレジストの上面にドライエッチングされ難い金属あるいは誘電体の硬質被膜を被せると、ドライエッチングの際に、それら硬質被膜が消滅するまでかなりの深さ金属膜をエッチングでき、更にドライエッチングを継続してもフォトレジストがなくなる前に厚い金属膜を完全に所望のパターンにまで加工することができる。つまり本発明では、フォトレジスト上に金属又は誘電体の硬質被膜を堆積し、窓として開いている金属膜部分のみを選択的にエッチングすることで問題を解決しているのである。これによって、ある程度厚い金属膜を、その膜厚を維持したまま金属グリッドに精密加工でき、近赤外線領域で用いる特性良好なグリッド偏光子が得られる。

【0013】金属グリッド材料として用いるAuは、他の金属材料に比し電気伝導度が大きいために金属膜を薄くできるし、化学的に安定なために腐食せず特性劣化が生じ難い点で有利である。硬質被膜としては、蒸着法による成膜が可能な材料であれば任意のものが使用可能である。例えばTiはAuに対してエッチング選択比が6程度あり、薄い膜でも十分にマスクとして機能するし、蒸着も容易なため好ましい材料の一つである。

【0014】

【実施例】図1のA～Hは、本発明に係るグリッド偏光子の製造工程の一例を示す説明図である。まず、図1のAに示すような基板10を準備する。この実施例で用いた基板10は光学ガラス(BK7)である。この基板10の両面に予め反射防止膜12を形成する(図1のB参照)。

【0015】次に図1のCに示すように金属膜14を成膜する。この金属膜14は、後に金属グリッドに加工されるべきものであり、使用する材料としては金(Au)が望ましい。その場合、電気抵抗を考慮して、膜厚は0.1 μ m程度とする。その金属膜14上にフォトレジスト(ポジ型レジスト)16をスピンコーティングする(図1のD参照)。フォトレジスト16の厚さは0.3 μ m程度とする。次に図1のEに示すように、フォトレジストの干渉露光により、形成すべき金属グリッドに対応するような縞状にパターンニングする。すなわち互いに平行で且つ幅及び周期が一定のパターンのフォトレジ

ストを形成する。ここでは縞状にパターンニングされたフォトレジスト16の周期は0.25 μ mである。この周期に対して限界解像度から決まるフォトレジストの厚さが前記0.3 μ mである。フォトレジスト16にはベーキング処理を行う。但し微細な縞状パターンであるために、ベーキング処理の温度が高過ぎると形状の乱れが生じるので、ドライエッチング耐性を若干犠牲にしても形状変形が生じない一定温度以下で行う。実際には、例えばポジ型レジストを使用して微細縞状パターンを作製した後、110℃で30分間のベーキング処理を行った。

【0016】次に、縞状にパターンニングしたフォトレジスト16上に、斜め蒸着によって該フォトレジストの上面及び側面のみを硬質被膜18で覆う(図1のF参照)。具体的な方法を図2に示す。基板10を傾けて(基板設置角度 θ)、広がり生じない平行蒸着粒子ビームを生じる装置を用いて蒸着を行う。ここで基板設置角度 θ とは、蒸着粒子ビームの入射方向と基板面とのなす角度をいう。このときの基板設置角度 θ は次式を満たすような範囲から選択する。

$$0 < \theta \leq \theta_{CR} = \tan^{-1}(2d/\Lambda)$$

但し、 d はフォトレジストの厚さ、 Λ はフォトレジストの周期である。 θ_{CR} は、斜め蒸着を行ったときに蒸着粒子が金属膜14には堆積しないような臨界角度である。極力フォトレジストの側面に蒸着粒子が付着せず、フォトレジストの上面のみに蒸着粒子を堆積させるためには、基板設置角度 θ が0に近い方が好ましいが、そうすると硬質被膜の成膜効率が悪くなるので、膜厚との兼ね合いで適当な角度を選定する。硬質被膜18としては、前記金属膜14とのエッチング選択比が1以上の金属又は誘電体から選択する。例えば、Ti、Cr、Ta、又はNiCr等の金属材料を用いる。実施例ではTiを用い、基板設置角度 $\theta=60$ 度で0.04 μ m堆積させた(図1のF参照)。

【0017】次に、Arガスにより真空度 2×10^{-4} Torr、イオンビーム電圧600V、電流密度0.6mA/cm²の条件でイオンビームエッチングを行い、フォトレジストが設けられていない部分(即ち窓の部分)の金属膜部分を最後まで除去する。これによって図1のGに示すような状態が得られる。硬質被膜やフォトレジストが残っている状態で、金属膜の窓部分を完全に除去することができる。最後に、残っているフォトレジスト等を有機溶剤を用いて除去する。具体的にはアセトンを用いることで簡単に除去することができる。このようにして、図1のHに示すような基板10上に金属グリッド15が形成された状態が得られる。

【0018】実際にはかなり大きな基板面積について一括して金属グリッドを形成するために、その後、必要に応じて縦横に基板を切断して、要求寸法のチップに加

工する。これによってグリッド偏光子が得られる。得られたグリッド偏光子の一例を図3に示す。

【0019】上記の実施例としては基板に光学ガラスを用いているが、他の実施例として、基板にYIG(イットリウム鉄ガーネット)のような磁性鉄ガーネット単結晶を用いる場合がある。この種の磁性鉄ガーネット単結晶はファラデー効果を呈するために、外部に磁界発生源を設置することでファラデー回転子を構成できる。つまり、ファラデー回転子の表面に金属グリッドを形成した一体構造の偏光子を実現できる。磁性鉄ガーネット単結晶基板の厚さを45度ファラデー回転子に対応した厚さとし、該基板の少なくとも片面に金属グリッドを形成し、それらのグリッドの向きを45度違えるように構成すると、一体構造の光アイソレータが実現できることになる。

【0020】ドライエッチング法としては、上記実施例で述べたイオンビームエッチングの他、反応性イオンエッチングも使用可能である。しかし、イオンビームエッチングの方が、金のエッチングに有利であること、微細加工性や加工精度に優れていること、材料間のエッチングレート比が明確であること、等の理由で実施する上では好ましい方法である。

【0021】

【発明の効果】本発明は、上記のように斜め蒸着を行うことによりフォトレジストのみに硬質被膜を堆積させ、それ以外の部分(金属膜の表面)には硬質被膜が付着しないように構成できるために、ドライエッチングによって容易に厚い金属膜を縞状パターンにサブミクロン加工できる。この結果、グリッド周期が極めて短い金属グリッドを正確に且つ容易に作製でき、また厚い金属膜を加工できるように導電性能が損なわれることがなく、それらによって良好な偏光特性の近赤外領域用のグリッド偏光子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るグリッド偏光子の製造工程の一実施例を示す説明図。

【図2】本発明における斜め蒸着による硬質被膜形成の説明図。

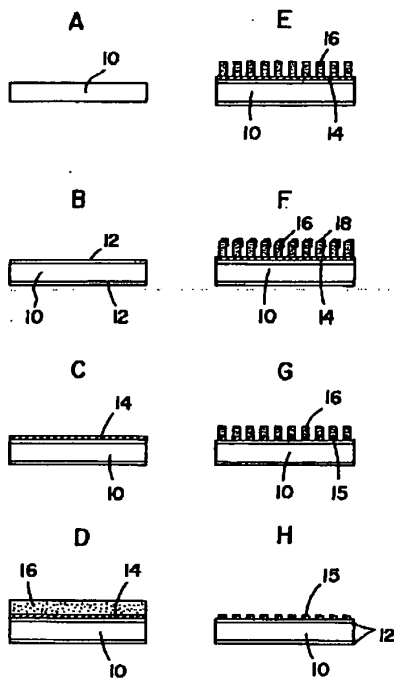
【図3】本発明により得られるグリッド偏光子の一例を示す斜視図。

【図4】従来技術とその問題点の説明図。

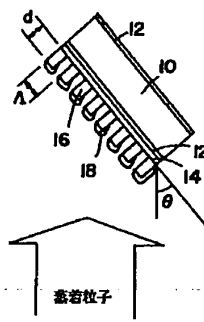
【符号の説明】

- 10 基板
- 12 反射防止膜
- 14 金属膜
- 15 金属グリッド
- 16 フォトレジスト
- 18 硬質被膜

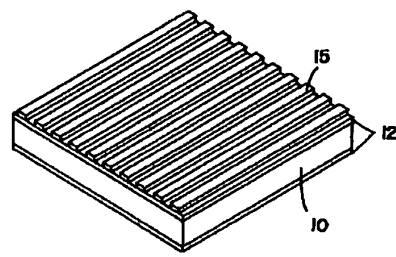
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

